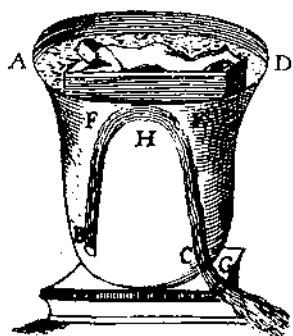


# INTERCAMBIOS, COMENTARIOS



## Y CRITICAS

---

*En esta sección intentamos recoger, por una parte, los comentarios y críticas sobre los trabajos aparecidos, así como sugerencias de cualquier tipo que puedan contribuir a una mejora de la revista.*

*En segundo lugar pretendemos que estas páginas sirvan para dar a conocer la existencia de grupos de trabajo y facilitar así los contactos e intercambios.*

*También pensamos que puede ser de interés el conocimiento de las líneas de trabajo seguidas por los distintos grupos, que pueden enviar breves resúmenes de sus actividades.*

*Por último contemplamos la posibilidad de favorecer los intercambios objeto de esta sección con la publicación de algunas entrevistas y mesas redondas.*

---

## DEBATES

### REFLEXIONES ACERCA DEL CONCEPTO DE CALOR

He leído con sumo interés el artículo de García Hourcade y Rodríguez de Avila acerca de las «Preconcepciones sobre el calor en 2º de B.U.P.», aparecido en el número de Noviembre. Siempre he considerado que en la raíz de la didáctica está el análisis de los conceptos que se quieren transmitir. A fin de cuentas, la enseñanza de las Ciencias pretende poner en contacto el mundo mental de los alumnos con un mundo conceptual.

El análisis realizado es, a mi juicio, correcto. Sin embargo, me permitiría expresar algunas reflexiones, fruto de mi experiencia personal como docente y

que, más que reflexiones, se pueden considerar como dudas o preguntas abiertas.

En principio, la frase de Feynman, con todos mis respetos para este científico al que personalmente admiro, me parece transmitir una visión excesivamente simplificada, con los peligros de dogmatismo inherentes a toda simplificación. Decir que «hoy los físicos solamente distinguen energía cinética y energía potencial» me parece una excesiva esquematización del concepto de energía. Por ejemplo, un cuanto de radiación electromagnética, ¿qué tipo de energía transporta? En el caso de las ondas mecánicas, está claro que se transmite tanto energía cinética como

potencial (energía potencial elástica que, en el fondo, se reduce a energía electromagnética). Ahora bien, un cuanto electromagnético, es decir, la energía asociada a un fotón, ¿de qué tipo es? ¿Correspondería solamente a energía potencial? Por otra parte, la expresión de Einstein  $E = mc^2$ , obtenida a partir de la energía cinética inicialmente, ¿no va más allá, a un nivel ontológico, del nivel de derivación inicial? Son preguntas que me hago personalmente, o quizás reflexiones en voz alta.

La identificación de todo tipo de energía con las cinética y potencial puede remontarse, salvando las diferencias, al siglo XVIII. El calor no entraba dentro de este panorama por ser conside-

rado como una sustancia (el mismo Lavoisier incluyó al calórico dentro de su lista de elementos químicos). Hoy en día, y dentro de la perspectiva teórica abierta por la Teoría de la Relatividad, no tiene mucho sentido la división entre sustancia y energía.

Una de las revoluciones conceptuales más importantes del siglo XIX consistió en la identificación del calor con un tipo de energía. Un paso posterior, iniciado por Joule y coronado por Helmholtz, consistió en el desarrollo del principio de conservación de la energía, sin el cual no se debería considerar una construcción acabada del concepto de energía. Este concepto permitió unificar multitud de fenómenos de tipo eléctrico, mecánico, térmico, etc. La fundación teórica se inició a partir de la teoría cinética del calor, que abrió el camino a la concepción expresada en la frase de Feynman: si todas las «energías» se pueden transformar unas en otras, ello es debido a que, en el fondo, son «la misma cosa».

Vayamos ahora a la idea de calor como proceso, y no como energía. Por supuesto que lo ortodoxo consiste en definir calor como una transferencia de energía y no como algo almacenado en un reservorio. Lo almacenado es la energía interna. Ahora bien, si existen notables dificultades para que los alumnos de 2º distingan el calor de temperatura y para que asimilen el P. de conservación de la energía, ¿facilitaremos o complicaremos las cosas al introdu-

cir la energía interna? No debemos olvidar que, a este nivel, no se puede hablar de funciones de estado ni de otros conceptos similares en el ámbito de la Termodinámica.

Por supuesto, es incorrecto decir que un cuerpo «pierde calor». Lo que se pierde es energía interna, a partir de un proceso de transferencia que llamamos calor. Pero, ante una realidad conceptual tan pobre en la que se oyen expresiones del tipo «entra frío», ¿estaremos facilitando la comprensión o dificultándola aún más? ¿Se ha hecho alguna investigación al respecto?

Una última reflexión. Si el calor no es una forma de energía, ¿por qué continuamos utilizando este término? ¿Y por qué lo medimos en unidades de energía? ¿La situación es comparable o no con la utilización del concepto de «trabajo», que también se mide en unidades de energía? Si un trabajo, en el fondo, consiste en una transferencia energética, ¿también lo serán las fuerzas? Si seguimos aceptando el modelo de las fuerzas, ¿por qué no seguir aceptando el uso del concepto de calor como una entidad tan real como la energía cinética y la potencial?

Profundicemos un poco más en esta línea. La distinción entre «energías reales» (la cinética y la potencial) y «procesos de transferencia de energía» (el calor), ¿no es un poco superficial? Una bala en movimiento lleva energía cinética, pero, ¿esta energía es «real» o

«en tránsito»? ¿Cómo sabemos que la bala lleva energía si no es porque interacciona con otros cuerpos y se la comunica? Desde este punto de vista, también podemos considerar la energía de la bala como energía en tránsito; y también la energía de un fotón infrarrojo, salvando las diferencias. Podemos llegar a la paradoja de que un fotón no tiene energía, sino que «la transporta». Pero, ¿cómo puede transportarla sin tenerla? Se sabe que un fotón infrarrojo transporta energía porque, al ser absorbido por la materia, aumenta la energía cinética de las moléculas (es decir, la materia se calienta). ¿No es ésta una situación similar a nivel ontológico a lo que ocurre con la bala?

Si un cuerpo caliente cede energía a otro frío mediante radiaciones, y si llamamos calor a dicha cesión, ¿no es el calor tan real como los mismos fotones? Si el calor pasa a ser un concepto tan abstracto que llegue a disociarse del concepto de energía, ¿no dificultaremos la conexión de los alumnos con un mundo socio-tecnológico que identifica el calor con las demás energías, a favor de una pureza teórico-conceptual? Todas estas son preguntas abiertas a las que yo mismo no sé dar una respuesta clara. Espero que futuras contribuciones a este tema ayuden a aclarar el panorama didáctico.

Eliás Fernández Uría  
I.N.B. «Luis Buñuel», Zaragoza

## GRUPOS DE TRABAJO

### SEMINARIO PERMANENTE DE DIDACTICA DE LAS MATEMATICAS DE AVILA

Estudio experimental de la coordinación en el campo de la matemática entre los distintos niveles educativos, no universitarios, en la provincia de Avila, durante el curso 1984-85.

Nivel: E.G.B., F.P. y B.U.P.

Coordinador: Juan Bosco Romero Márquez

Dirección del grupo: Juan Bosco Romero Márquez. I.B. «Isabel de Casti-

lla». Avila.

Componentes: Profesores de E.G.B., F.P. y B.U.P.

Líneas de trabajo:

A) Experimentar la coordinación entre los niveles educativos de E.G.B., F.P. y B.U.P. de la metodología y didáctica de las matemáticas, en el lenguaje aritmético - geométrico, con el objeto de que estos tres niveles ensamblen con sus conocimientos matemáticos armónicamente.

B) Se pretende que todos los profesores que enseñan matemáticas en Avila y provincia, intercambien experiencias educativas y didácticas con el fin de hacer que la Matemática sea una asignatura normal en estos niveles.

C) Se ha elaborado un programa alternativo al oficial, para E.G.B., F.P. y B.U.P., que se ha experimentado y discutido en el grupo durante el Curso 1984-85 y que tendrá continuación durante el Curso actual.